


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**



**“EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE UN
PROMOTOR DE CRECIMIENTO ELABORADO A BASE DE
PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS Y ENZIMAS EN EL
COMPORTAMIENTO DEL LECHÓN”**

CARLOS RAÚL VALDEZ CANCINOS

GUATEMALA, FEBRERO DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
ESCUELA DE ZOOTECNIA**

**EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE UN PROMOTOR DE
CRECIMIENTO ELABORADO A BASE DE PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS Y
ENZIMAS EN EL COMPORTAMIENTO DEL LECHÓN**

TESIS

**PRESENTADA A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD
DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA**

POR

CARLOS RAÚL VALDEZ CANCINOS

AL CONFERÍRSELE EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO ZOOTECNISTA

GUATEMALA, FEBRERO DE 2008

JUNTA DIRECTIVA
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

DECANO	Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa Montepeque
SECRETARIO	Med. Vet. Marco Vinicio García Urbina
VOCAL I	Med. Vet. Yeri Edgardo Véliz Porras
VOCAL II	Mag. Sc. M.V. Freddy R. González Guerrero
VOCAL III	Med. Vet. Edgar Bailey
VOCAL IV	Br. José Abraham Ramírez Chang
VOCAL V	Br. José Antonio Motta

ASESORES

Lic. Zoot. Álvaro Enrique Díaz Navas
Lic. Zoot. Hugo Sebastián Peñate Moguel
Dr. M.V. Hugo René Pérez Noriega

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

EN CUMPLIMIENTO A LO ESTABLECIDO POR LOS ESTATUTOS DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, PRESENTO A
CONSIDERACION DE USTEDES EL PRESENTE TRABAJO TITULADO

**EVALUACIÓN DE DOS NIVELES DE INCLUSIÓN DE UN PROMOTOR DE
CRECIMIENTO ELABORADO A BASE DE PROBIÓTICOS, PREBIÓTICOS Y
ENZIMAS EN EL COMPORTAMIENTO DEL LECHÓN**

QUE FUERA APROBADO POR LA JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

COMO REQUISITO PREVIO A OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

LICENCIADO ZOOTECNISTA

TESIS QUE DEDICO

- A mis padres:** Víctor Manuel y Ana Maria, por el apoyo, comprensión y cariño que me han proporcionado a lo largo de la vida.
- A mi hermano:** David Alejandro, por su amistad brindada.
- A mi abuela:** Maria del Rosario Cancinos Gordillo (QEPD), por su paciencia y amor incondicional.
- A mi familia:** Por su ayuda, amistad y consejos.
- A Beatriz:** Por su apoyo, amistad, amor y por creer siempre en mí.

AGRADECIMIENTOS A

Dios:	Por darme la dicha de la vida y permitir que alcance esta meta.
Mi Facultad:	Por ser el lugar donde he aprendido y pasado buenos momentos.
Mis asesores:	Lic. Álvaro Díaz, Lic. Hugo Peñate y Dr. Hugo Pérez, por su amistad y experiencia para llevar a cabo este estudio.
Mis evaluadores:	Por sus aportes para concluir este trabajo de tesis.
Mis catedráticos:	Por su amistad y conocimientos a lo largo de mi vida estudiantil.
Mis amigos:	Por su amistad incondicional y tantos momentos compartidos.
Unidad porcina:	Por su colaboración en la realización de este trabajo de tesis.
Laboratorio Bromatología:	Por compartir su amistad y experiencia.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	1
II. HIPÓTESIS	2
III. OBJETIVOS.....	3
3.1 General	3
3.2 Específicos.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1 Biotecnología en la producción animal.....	4
4.2 Que es un promotor de crecimiento	4
4.3 Tipos de promotores de crecimiento	4
4.3.1 Antibióticos.....	4
4.3.2 Ácidos orgánicos	5
4.3.3 Oligosacáridos y levaduras	5
4.3.4 Promotores hormonales	6
4.3.5 Probióticos	6
4.3.6 Prebióticos	7
4.3.7 Enzimas	7
4.4 Digestión del lechón.....	8
V. MATERIALES Y MÉTODOS	9
5.1 Localización y descripción del área.....	9
5.2 Materiales y equipo	9
5.3 Tratamientos evaluados.....	9
5.4 Manejo de los lechones	10
5.5 Medición de variables respuesta.....	11

5.6	Diseño experimental	11
5.6.1	Modelo estadístico	11
5.6.2	Análisis estadístico	12
5.7	Análisis económico	12
VI.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
6.1	Ganancia de peso	13
6.2	Consumo de alimento	14
6.3	Incidencia de enfermedades	15
6.4	Porcentaje de mortalidad	16
6.5	Evaluación económica	16
VII.	CONCLUSIONES	19
VIII.	RECOMENDACIONES	20
IX.	RESUMEN	21
X.	BIBLIOGRAFÍA	25
XI.	ANEXO	27

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Tratamientos evaluados	10
Cuadro 2.	Peso promedio al destete y ganancia de peso promedio de los tratamientos	13
Cuadro 3.	Consumo de alimento por tratamiento	14
Cuadro 4.	Incidencia de enfermedades de los tres tratamientos durante el experimento	15
Cuadro 5.	Prueba de Chi cuadrado	15
Cuadro 6.	Presupuesto parcial de los tratamientos en estudio	17
Cuadro 7.	Tasa de retorno marginal de los tratamientos	18

INDICE DE GRÁFICAS

Grafica 1.	Curva de beneficios netos	17
-------------------	---------------------------	----

I. INTRODUCCIÓN

La porcicultura en Guatemala en los últimos años ha alcanzado niveles altos de eficiencia y rentabilidad, lo cual la ha colocado dentro de las más importantes del agro nacional generando más de 10,000 empleos directos y 60,000 empleos indirectos. Económicamente aporta el 1.7% al PIB y el 15.80 % al PIBA (APOGUA).

Uno de los puntos esenciales en estas explotaciones es el mejoramiento de la nutrición y por ello, se ha incrementado en los últimos años el uso de promotores de crecimiento adicionados al alimento, los cuales ayudan a una mejor digestibilidad de los mismos y evitan la incidencia de infecciones gastrointestinales del lechón.

Debido a lo anterior, actualmente muchos porcicultores están utilizando con mayor frecuencia este tipo de productos ya que proporcionan un mejor rendimiento, especialmente en la disminución de los costos de producción.

Dentro del manejo del cerdo, los primeros días de vida son de suma importancia, ya que en este período es donde ocurre la mayor cantidad de pérdidas debido a la alta incidencia de enfermedades, bajo aprovechamiento del alimento ofrecido, entre otros. Por ello es importante, en esta etapa, investigar nuevas herramientas de producción que permitan maximizar los índices productivos.

En la presente investigación se evaluará un promotor de crecimiento elaborado a base de probióticos, prebióticos y enzimas en dos niveles de inclusión desde el nacimiento hasta el destete, con el objeto de lograr un incremento en el peso del lechón, reducir la incidencia de enfermedades y propiciar un mejor consumo de alimento que se traduzca en un mayor peso al destete.

II. HIPÓTESIS

La adición de una mezcla de probióticos, prebióticos y enzimas en el alimento influyen en el rendimiento productivo de lechones en términos de ganancia de peso, consumo de alimento, incidencia de enfermedades y porcentaje de mortalidad.

III. OBJETIVOS

3.1 General

Generar información sobre el efecto del uso de promotores de crecimiento a base de prebióticos, probióticos y enzimas

3.2 Específicos

- Evaluar dos niveles de inclusión de un promotor de crecimiento a base de probióticos, prebióticos y enzimas sobre el comportamiento del lechón en términos de ganancia de peso, consumo de alimento, incidencia de enfermedades y mortalidad.
- Evaluar económicamente los resultados por medio de la tasa marginal de retorno.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Biotecnología en la producción animal

La Biotecnología se puede definir como "la aplicación de organismos, sistemas o procesos biológicos para la industria de producción y servicios" (15).

Desde hace tiempo se ha utilizado la Biotecnología, pero en los últimos años ha sido vislumbrado el enorme campo que se puede desarrollar en diferentes aplicaciones. Así, las áreas de actuación para la Biotecnología incluyen actividades en fermentación, cultivos celulares, recuperación y concentración de microorganismos o productos del metabolismo microbiano y producción de anticuerpos, por citar algunas de las más importantes (15).

En cuanto a la producción animal, la Biotecnología ha generado contribuciones importantes como la capacidad de producir especies microbianas productoras de proteínas de alta calidad, ricas en aminoácidos esenciales y desprovistas de factores antinutricionales (15).

4.2 Que es un promotor de crecimiento

La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el término promotor del crecimiento como "aquellas sustancias distintas de los nutrientes de la ración que aumentan el ritmo de crecimiento y mejoran el índice de conversión de los animales sanos y correctamente alimentados" (16).

4.3 Tipos de promotores de crecimiento

4.3.1 Antibióticos

Se han utilizado ampliamente como promotores de crecimiento, especialmente en dietas para lechones. El motivo de esta utilización es el hecho de que la ganancia media diaria (GMD) aumenta entre un 6 - 7%, el índice de conversión (IC) mejora en un 3 - 4% y los problemas de salud de los animales (desórdenes digestivos) se reducen.

Recientemente ha aumentado la preocupación referente al riesgo que tienen los antibióticos usados como promotores del crecimiento, ya que se podrían presentar cuadros de resistencias en bacterias patógenas; es por ello que el uso de antibióticos como promotores ha disminuido en los últimos años, principalmente en países de la Unión Europea (UE) (9).

4.3.2 Ácidos orgánicos

Son utilizados como aditivos para la preparación de dietas, lo cual se complementa con la administración de los mismos vía agua de bebida. Dentro de los ácidos más utilizados están: Fórmico, Acético, Propiónico, Butírico, Láctico y Ascórbico. Los objetivos de la acidificación de la dieta son reducir el pH y la capacidad tampón del alimento, con la finalidad de aumentar la proteólisis gástrica y reducir el crecimiento bacteriano intestinal y sus metabolitos, de forma que se maximice el desarrollo y crecimiento de los lechones (10).

4.3.3 Oligosacáridos y levaduras

Los oligosacáridos, particularmente los manano oligosacáridos (MOS), corresponden a azúcares complejos derivados de la pared celular externa de la levadura *Saccharomyces cerevisiae*. Dichos carbohidratos cumplen roles inmunológicos y nutricionales en animales jóvenes (6).

Cuando las bacterias patógenas se unen a las manosas ubicadas en el exterior de las células intestinales del huésped, son fermentadas por los patógenos. Los MOS actúan previniendo la adherencia de las bacterias a los carbohidratos presentes en la superficie de las células intestinales. Así, los MOS previenen infecciones bacteriales del tracto digestivo a través de mecanismos diferentes a los utilizados por los antibióticos, impidiendo así que se desarrolle resistencia por parte de los patógenos (6).

4.3.4 Promotores hormonales

Se define como anabólico esteroide cualquier compuesto o mezcla de compuestos que afectan la función metabólica del animal para incrementar la cantidad de proteína corporal. Los anabólicos pueden ser de origen endógeno (naturales) o sintéticos (2).

Entre los primeros se encuentran las hormonas naturales que incluyen la testosterona, la progesterona, la somatotropina y los factores liberadores de esta última. Su mecanismo de acción consiste en la retención de nitrógeno para aumentar la ganancia de peso por mayor eficiencia en la síntesis muscular. Los anabólicos esteroides sintéticos abarcan: el grupo de los estilbénicos, los no estilbénicos y los betadrenérgicos (2).

4.3.5 Probióticos

Bajo el término "probiótico" se incluyen una serie de cultivos vivos de una o varias especies microbianas, que cuando son administrados como aditivos a los animales, provocan efectos beneficiosos en los mismos mediante modificaciones en la población microbiana de su tracto digestivo (3).

La mayoría de las bacterias utilizadas como probióticos en los animales de granja pertenecen a las especies *Lactobacillus*, *Enterococcus* y *Bacillus*, aunque también se utilizan levaduras (*Saccharomyces cerevisiae*) y hongos (*Aspergillus oryzae*). Numerosos estudios han señalado que los probióticos producen mejoras en el crecimiento y/o índice de conversión de cerdos (3).

El promotor de crecimiento en estudio contiene las siguientes levaduras que actúan como Probióticos:

- *Saccharomyces cerevisiae*
- *Aspergillus oryzae*
- *Aspergillus niger*
- *Bacillus subtilis*
- *Bacillus licheniformes*
- *Yucca shidigera*

4.3.6 Prebióticos

El término "prebiótico" incluye a una serie de compuestos indigestibles por el animal, que mejoran su estado sanitario debido a que estimulan del crecimiento y/o la actividad de determinados microorganismos beneficiosos del tracto digestivo, y que además pueden impedir la adhesión de microorganismos patógenos (3).

Dentro de los prebióticos que se incluyen dentro del promotor de crecimiento en estudio se encuentran:

- B-D-Glucanos.
- mananos oligosacáridos

4.3.7 Enzimas

Las enzimas son sustancias orgánicas producidas por las células capaces de provocar la degradación de sustratos químicos y transformar un compuesto orgánico en otro.

Con esta habilidad, las enzimas pueden ser utilizadas para mejorar la digestibilidad del alimento, actuando sobre aquellos componentes menos digestibles, haciéndolos mas accesibles a la actividad de las enzimas gástricas y permitiendo su mejor asimilación por el organismo (13).

Dentro de las enzimas que se encuentran incluidas dentro del promotor de crecimiento en estudio se encuentran las siguientes:

- Amilasa
- Celulasa
- Pectinasa
- Proteasa
- Lipasa
- Glucanasa
- Catalasa
- Hemicelulosa

4.4 Digestión del lechón

Para conseguir el máximo crecimiento de los lechones durante la lactancia, además de la ingestión de calostro y leche de la cerda, éstos deben recibir una suplementación alimentaria.

Se debe tener en cuenta que el lechón posee un sistema digestivo inmaduro, teniendo una actividad enzimática muy baja, tanto cuantitativa como cualitativa para digerir sustancias que no sean la lactosa o la caseína de la leche (14).

Normalmente, la acidificación gástrica queda asegurada con la producción de ácido clorhídrico estomacal. Si bien los lechones poseen la capacidad de producirlo, no lo hacen en cantidades importantes hasta pasados varios días de vida. Esto no supone ningún problema pues, durante la lactación, el pH del estómago del lechón se mantiene bajo gracias a la producción de ácido láctico a partir de la fermentación microbiana (lactobacilos) de la lactosa. Ahora bien, si el lechón no tuviera acceso a la lactosa, el pH estomacal podría subir y producir un descenso en la eficiencia digestiva a la vez que se permite el paso de patógenos al intestino delgado (14).

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Localización y descripción del área

El estudio se llevó a cabo en la Granja Experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ubicada en el municipio de Guatemala, a una altitud de 1,550 msnm, localizada dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Subtropical Templado, que se caracteriza por presentar temperaturas que oscilan entre 20-26 °C y una precipitación pluvial de 1,100–1,345 mm/año (5).

5.2 Materiales y equipo

- 114 g del promotor de crecimiento distribuidos de la siguiente manera: Tratamiento A (1.5 Kg/Ton.) se adiciona 68 g/45.5 Kg de alimento; y tratamiento B (1 Kg/Ton.) se adiciona 46 g/45.5 Kg de alimento.
- 27 lechones de 1 día de edad, provenientes de 3 hembras de la raza Landrace.
- 30 cc de Stop-on como antidiarreico.
- 27 cc de Starter (inmunoglobulinas y azúcares).
- 27 cc de hierro Dextrano.
- Balanza de reloj.
- Bebederos automáticos.
- Comederos de Tolva.
- Libreta de campo y calculadora.
- Computadora y cámara fotográfica digital.

5.3 Tratamientos evaluados

Se evaluaron tres tratamientos, los que corresponden a: un tratamiento testigo, al cual no se le agregó promotor de crecimiento en el alimento ofrecido, y dos tratamientos con niveles de inclusión de 1 y 1.5 Kg. del promotor de crecimiento por tonelada de alimento respectivamente, como se muestra en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1. Tratamientos evaluados

Tratamiento	Nivel de inclusión
A	1.5 Kg/Ton
B	1 Kg/Ton
C	0 Kg/Ton

5.4 Manejo de los lechones

A continuación se menciona el manejo que se dio a los tres tratamientos durante los 28 días que duró el experimento:

- **Manejo al parto:** Se atendió los partos con el fin de evitar complicaciones en esta etapa crucial. Se limpió y secó a los lechones, se cortó y desinfectó el ombligo y se tomó el peso de cada lechón de la camada. Se aplicó 1 cc de Starter (el cual tiene como finalidad reforzar el sistema inmunológico del organismo y esta elaborado a base de inmunoglobulinas y azúcares).
- **Manejo al 5to. día:** Se aplicó a cada lechón 1 cc de hierro Dextrano vía intramuscular. El alimento balanceado fue el mismo para los tres tratamientos, se inició el ofrecimiento del alimento balanceado junto con el promotor de crecimiento para los tratamientos A y B.
- **Control de enfermedades:** Se observó diariamente la manifestación de síntomas de enfermedades y se aplicó el tratamiento respectivo, para contrarrestarlas. De esto se llevó registro.
- **Limpieza del área de maternidad:** Se realizó diariamente y consistió en lavado del piso en el área de maternidad para evitar la proliferación de agentes patógenos.
- **Pesajes:** Se realizó un pesaje al nacimiento y luego a cada semana de vida (4 semanas) para un total de cinco pesajes.

- **Manejo al destete (28 días):** Se retiró a la madre del área de maternidad y posteriormente, a la cuarta semana, se procedió a tomar el peso de cada lechón.

5.5 Variables respuesta

- **Ganancia de peso (g/día):** Se determinó por medio del peso al nacimiento y peso al destete, con base en la siguiente formula:

$$GP = PD \text{ (peso al destete)} - PN \text{ (peso al nacimiento)}$$

Determinada la ganancia de peso (PG) se divide entre 28 días.

- **Consumo de alimento (Kg/lechón):** Este parámetro se determinó por el alimento ofrecido restando el rechazado, con base en la siguiente fórmula:

$$CA = AO \text{ (alimento ofrecido)} - AR \text{ (alimento rechazado)}$$

- **Incidencia de enfermedades:** Se reportó la aparición de enfermedades y el tratamiento utilizado en cada caso.
- **Mortalidad:** No se reportaron muertes en los tratamientos.

5.6 Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y 9 repeticiones, siendo la unidad experimental un lechón, para un total de 27 unidades experimentales.

5.6.1 Modelo estadístico

Para el diseño experimental citado anteriormente se utilizó el modelo correspondiente presentado a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

De donde:

Y_{ij} = Variable de respuesta de la ij -ésima unidad experimental.

μ = Efecto de la media general.

τ_i = Efecto del i -ésimo tratamiento.

ϵ_{ij} = Efecto del error experimental asociado a la ij -ésima unidad experimental

5.6.2 Análisis estadístico

A las variables evaluadas se les realizó un análisis de varianza (ANDEVA); las variables con diferencia significativa fueron analizadas por medio de la prueba de Tukey (variables ganancia de peso y consumo de alimento) y Chi cuadrado (variable incidencia de enfermedades) para comparar las medias.

5.7 Análisis económico

Con el objeto de obtener los indicadores económicos, se utilizó el presupuesto parcial para determinar la tasa marginal de retorno (TRM).

VI.RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 Ganancia de peso

Se observan los resultados de ganancia de peso en el cuadro No. 2, el análisis de varianza encontró diferencia altamente significativa ($p > 0.01$) entre los tratamientos. La prueba de comparación de medias de Tukey muestra que el tratamiento B ($p > 0.01$) es estadísticamente superior a los demás tratamientos. En cuanto a los tratamientos A y C son similares estadísticamente entre si e inferiores al tratamiento B (1).

Cuadro No. 2. Peso promedio al destete y ganancia de peso promedio de los tratamientos.

Tratamiento	Nivel de inclusión	Medias de ganancia de peso (kg)	Incremento sobre testigo (%)
B	1 Kg/Ton	4.64 a**	22.41
A	1.5 Kg/Ton	3.91 b	7.92
C	Testigo	3.60 b	0

Tratamientos con igual letra no presentan diferencia estadística significativa. ($p < 0.01$)

Los resultados obtenidos al utilizar el promotor de crecimiento a base de probióticos, prebióticos y enzimas indican que los lechones alimentados con alimento balanceado más promotor de crecimiento muestran mejor ganancia de peso. La mayor ganancia de peso lo presentó el tratamiento B con 4.64 Kg, esto representa un aumento del 22.41% en comparación al tratamiento C. Por otro lado, el tratamiento A presentó una ganancia de peso promedio 3.91 Kg, esto representa un aumento de 7.92%, en comparación al tratamiento C, el cual presentó un media de peso al destete de 3.60 Kg.

Estos datos, coinciden con otros investigadores en donde demostraron que al adicionarle enzimas (*Pentosanasa* y β -glucanasa) al alimento de los lechones consiguieron un aumento del 17% en la ganancia de peso en comparación al tratamiento testigo (12).

Por otro lado, otro grupo de investigadores ha obtenido un aumento del 5.8% comparado al tratamiento testigo en ganancia de peso al adicionarle enzimas (α -amilasa, xilanasa, β -glucanasa y celulasa) al alimento de los lechones (9).

6.2 Consumo de alimento

Se puede observar en el cuadro No. 3, el consumo de alimento de cada tratamiento, en donde el análisis de varianza no presentó diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos. Aún así, se muestra una disminución porcentual de los tratamientos A y B comparados con el C (1).

Cuadro No. 3. Consumo de alimento por tratamiento

Tratamiento	Nivel de inclusión	Medias de consumo de alimento (kg)	% de Disminución
A	1.5 Kg/Ton	1.96 *	7.98
B	1 Kg/Ton	2.00 *	6.10
C	Testigo	2.13 *	0.00

* Datos que no presentan diferencia significativa entre tratamientos. ($p < 0.01$)

Los resultados obtenidos con el promotor de crecimiento en el alimento de lechones difieren, estadísticamente, con un grupo de investigadores, en donde demostraron que al adicionarle un probiótico al alimento de lechones, estos consumieron un total de 17.04 Kg, y el tratamiento testigo alcanzó un consumo de 17.84 Kg, esto significa que existió una disminución del 4.5% en el consumo de alimento comparado con el consumo del tratamiento testigo. Este experimento carece de análisis estadístico, por lo tanto no se puede comparar los datos obtenidos por ellos con los obtenidos en este experimento.

En otro experimento se indica que un tratamiento con adición de enzimas presentó un consumo de alimento al destete de 7.25 Kg/lechón, y el tratamiento testigo presentó un consumo de alimento de 7.38 Kg/lechón, es decir que tuvo una disminución del 1.7 % en comparación al tratamiento testigo. Dicho experimento carece de análisis estadístico, por lo tanto no se puede comparar los datos obtenidos por los anteriores investigadores con los obtenidos en este experimento (11).

6.3 Incidencia de enfermedades

En cuanto a la incidencia de enfermedades, como se muestra en el cuadro No. 4, se observa que se presentaron casos de diarrea en los tres tratamientos, siendo en el tratamiento C donde se presentó el mayor número de casos (tres) durante el experimento. En cambio los tratamientos A y B sólo presentaron un caso cada uno.

Cuadro No. 4. Incidencia de enfermedades de los tres tratamientos durante el experimento

Tratamiento	Nivel de inclusión	No. de casos de diarrea
A	1.5 Kg/Ton	1
B	1 Kg/Ton	1
C	Testigo	3

(p<0.05)

Para corroborar los datos anteriores se utilizó la prueba de Chi cuadrado, como se muestra en el cuadro No. 5; en donde estadísticamente se muestra que existe una relación positiva en cuanto a la disminución de casos de diarrea con la adición del promotor de crecimiento a base de probióticos, prebióticos y enzimas en el alimento de lechones (8).

Cuadro No. 5. Prueba de Chi cuadrado

Tratamiento	FO	FE	FO	FE
A	1	1.66	8	7.33
B	1	1.66	8	7.33
C	3	1.66	6	7.33
Sumatoria	5	5	22	22

Los datos anteriormente mostrados se utilizaron en la fórmula de la prueba de Chi cuadrado, la cual se puede observar a continuación:

$$\chi^2 = \sum \frac{(FO - FE)^2}{FE}$$

Donde:

FO = Frecuencias observadas

FE = Frecuencias esperadas

Estos datos coinciden en cuanto a la disminución de casos de diarrea con un experimento, en donde indican que al agregar enzimas (*celulasa* y *amilasa*), al alimento de lechones, se redujo en un 10% los casos de diarrea en comparación al tratamiento testigo (12).

Por otro lado, un equipo de investigadores demostraron que al adicionarle probióticos al alimento de lechones se obtuvo una tasa de 4.3 % de casos de diarrea en el tratamiento, en cambio, el tratamiento testigo presentó una tasa de 10.9 % (14).

6.4 Porcentaje de mortalidad

Durante el estudio de campo no se reportó mortalidad en ninguno de los tratamientos evaluados.

Se ha determinado que al mezclar el alimento con un prebiótico disminuyó la mortalidad pre-destete en un 19,3% respecto al tratamiento testigo. Además, también se ha comprobado que al adicionarle prebióticos al alimento de los lechones estos presentaron una mortalidad del 11%, en comparación con el tratamiento testigo donde se obtuvo una tasa del 16.4% de mortalidad (6, 4).

6.5 Evaluación económica

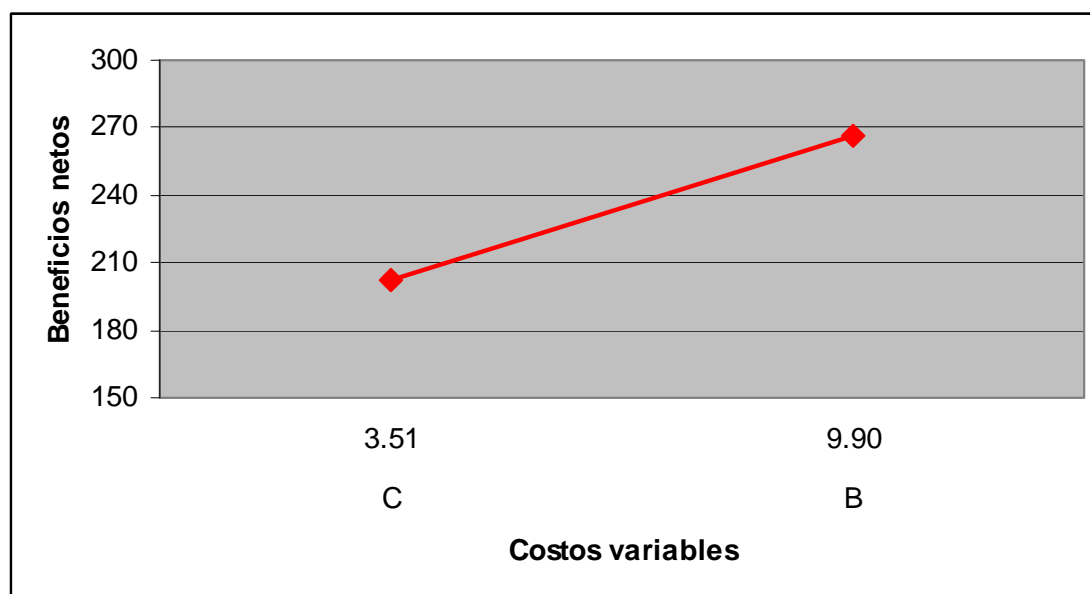
Se determinó la tasa de retorno marginal (TRM) mediante la metodología del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en la cual se toman en cuenta los costos variables atribuibles a los tratamientos y los beneficios que se derivan de la venta en pie de los lechones (7).

Conforme a los resultados presentados en el cuadro No. 6, el tratamiento B es el que presenta los mayores beneficios económicos, seguido por el tratamiento A, y presentando los menores beneficios económicos se encuentra el tratamiento C.

Cuadro No. 6. Presupuesto parcial de los tratamientos en estudio

Costos y precios	Tratamiento		
	A	B	C
Peso promedio al destete (Kg)	6.4	7.4	5.5
Precio / Kg al destete (Q)	37.4	37.4	37.4
Precio por lechon (Q)	239.36	276.76	205.70
Costo del tratamiento (Q)	3.67	2.48	0
Mano de obra (1 hora)	6.25	6.25	0
Antidiarreico (dosis 2 cc Q0.39)	1.17	1.17	3.51
Beneficios netos	228.27	266.86	202.19

En la grafica No. 1 se puede observar la curva de beneficios netos de los tratamientos B y C, relacionando los costos variables contra los beneficios netos. Se puede apreciar que el tratamiento C presenta la menor utilidad marginal, en cambio, el tratamiento B ostenta la mayor utilidad marginal, en cambio el tratamiento A no aparece por ser el tratamiento dominado, esto se debe a que posee mayores costos variables y menores beneficios netos que el tratamiento B.

Grafica No. 1. Curva de beneficios netos

Tomando lo anterior en cuenta se calculó la tasa de retorno marginal para los tratamientos como se observa en el cuadro No. 7.

Cuadro No. 7. Tasa de retorno marginal de los tratamientos

Tratamiento	Costos variables (Q)	Costos marginales	Beneficios netos	Beneficios netos marginales	TRM (%)
C	3.51		202.19		
B	9.90	6.39	266.86	64.67	10

Se puede observar que el tratamiento B presenta un retorno marginal de 10% sobre el tratamiento C. Lo anterior se puede interpretar de la siguiente manera, si un porcicultor utiliza el tratamiento B en lugar de usar el tratamiento C, recuperará por cada quetzal (Q1.00) invertido, Q0.10 adicionales a lo invertido.

VII. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó este estudio se puede concluir que:

1. La variable ganancia de peso es la única que demostró que la hipótesis planteada es aceptada, logrando una media de 4.64 Kg. al destete.
2. Estadísticamente no existe diferencia significativa entre tratamientos, pero se observa una disminución en el consumo de alimento del 7.98% en el tratamiento A y 6.10% en el tratamiento B, en comparación al testigo.
3. Al adicionarle el promotor de crecimiento a base de probióticos, prebióticos y enzimas al alimento de lechones a razón de 1.5 o 1 Kg/Ton. se logra una disminución de diarreas en un 22.22% en comparación al tratamiento testigo.
4. Económicamente se obtiene un mayor beneficio al utilizar el tratamiento B (1 Kg/Ton. de alimento), el cual presenta un retorno marginal de 10%.

VIII. RECOMENDACIONES

Bajo las condiciones en las que se realizó este estudio se puede recomendar que:

1. Se recomienda administrar 1 Kg/Ton. del promotor de crecimiento a base de probióticos, prebióticos y enzimas, en lechones a partir del 5to. día de nacimiento hasta su destete. Esta adición logra un aumento en la ganancia de peso por lechón y en el beneficio neto económico. Así mismo, disminuye el consumo de alimento y la incidencia de diarreas.
2. Evaluar la adición del promotor de crecimiento a base de probióticos, prebióticos y enzimas en otras etapas del crecimiento del cerdo.

IX. RESUMEN

Valdez Cancinos, Carlos Raúl. 2007. Evaluación de dos niveles de inclusión de un promotor de crecimiento elaborado a base de Probióticos, Prebióticos y Enzimas en el comportamiento del lechón. Tesis Lic. Zoot. Guatemala, GT, USAC/FMVZ. 37 p.

El presente estudio se realizó en la granja experimental de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, localizada en el interior de la Universidad de San Carlos de Guatemala, departamento de Guatemala y tuvo una duración de 28 días. Los tres tratamientos tuvieron el mismo manejo.

El estudio se estableció con el propósito de generar información sobre el uso de promotores de crecimiento elaborados a base de probióticos, prebióticos y enzimas sobre el comportamiento del lechón. Se evaluaron dos niveles de inclusión del promotor, para llevar a cabo este estudio se emplearon 27 lechones distribuidos en tres tratamientos con 9 repeticiones por tratamiento, siendo una unidad experimental un lechón. Los tratamientos que se evaluaron fueron el tratamiento testigo C, al cual no se le agregó el promotor de crecimiento al alimento, el tratamiento B al que se le agregó 1 Kg. de promotor y el tratamiento A al que se le agregó 1.5 Kg. de promotor de crecimiento, estos últimos por tonelada de alimento, se inició el ofrecimiento del alimento junto al promotor de crecimiento al 5to. día de nacidos.

Para evaluar la diferencia entre los tratamientos se utilizó un análisis de varianza con un arreglo completamente al azar. Las variables que se evaluaron para los tres tratamientos fueron: ganancia de peso, consumo de alimento, incidencia de enfermedades y mortalidad.

Para la variable ganancia de peso el análisis de varianza presentó diferencia altamente significativa ($p > 0.01$) entre los tratamientos. En cuanto a la prueba de comparación de medias de Tukey, se observó que el tratamiento B fue superior con una ganancia media de 4.64 Kg. y los tratamientos A y C fueron similares entre si con una ganancia media de 3.91 y 3.60 Kg, respectivamente.

En cuanto a la variable consumo de alimento se determinó que no hay diferencia estadísticamente significativa entre los tres tratamientos.

Para la variable incidencia de enfermedades se presentó únicamente diarrea y se observó una relación positiva entre el uso del promotor de crecimiento y la disminución de casos de diarrea. Por último, en cuanto a la variable mortalidad no se observaron casos durante el experimento.

A partir de los resultados anteriores se puede concluir que los lechones que fueron suplementados con 1 Kg de promotor de crecimiento por tonelada de alimento presentaron la mejor ganancia de peso al destete en comparación con los demás tratamientos.

Desde el punto de vista económico se obtuvo mayor beneficio al utilizar 1 Kg del promotor de crecimiento con una tasa marginal de retorno de 10%.

Tomando en cuenta lo anterior se recomienda utilizar 1 Kg. del promotor de crecimiento por tonelada de alimento para lechones desde el 5to. día hasta su destete (28 días).

SUMMARY

Valdez Cancinos, Carlos Raúl. 2007. Evaluate two inclusion levels of a growth promoter based on Probiotics, Prebiotics and Enzymes during pigs' first growth stage. Zootechnist Degree Thesis, San Carlos University of Guatemala, GT. Faculty of Veterinarian Medicine and Zootechnia. 37 p.

The study took place in the Faculty of Veterinarian Medicine and Zootechnia's Farm, located inside the San Carlos University, Guatemala and had duration of 28 days. All treatments had the same handling conditions.

The purpose of this study is to generate information on the usage of growth promoters based on probiotics, prebiotics and enzymes on pigs' first growth stage. The growth promoter was evaluated in two different inclusion levels as well as 27 new born pigs, in three different groups of 9 pigs each, being one experimental unit one pig. Witness treatment was treatment C to which no promoter was added, treatment B included 1Kg of promoter per Ton and treatment A includes 1.5Kg of promoter per Ton. The promoter was supplied blended with the normally provided pig food starting day 5 from birth.

To evaluate the difference between treatments, a random arrangement was used for a variance analysis. Weight gain, food consumption, illness incidence and deaths were the evaluated variables during the experiment.

For the weight gain variable, the variance analysis showed a highly significant difference ($p > 0.01$) between treatments. According to the Averages Tukey test, treatment B (1Kg /Ton) had a greater weight gain average of 4.64Kg and treatments A and C (1.5Kg and 0 Kg per Ton) were similar with a weight gain of 3.91 and 3.60Kg respectively. The food consumption variable showed no statistical significant difference between treatments.

During the entire experiment, the only illness found was diarrhea and there was a positive relationship between the use of a promoter and the decrease of diarrhea cases. There were no deaths during the experiment.

As a general conclusion, it is possible to state that pigs in treatment B, receiving 1Kg /Ton of promoter had the best results in weight gain compared to the other two treatments.

From the economical point of view, a major benefit was obtained by using 1 Kg of growth promoter with a 10% of marginal return of investment. Taking these into account, it is recommended to use 1Kg. per Ton of pig food of growth promoter for 5 day old pigs until the end of their first stage (28 day old pigs).

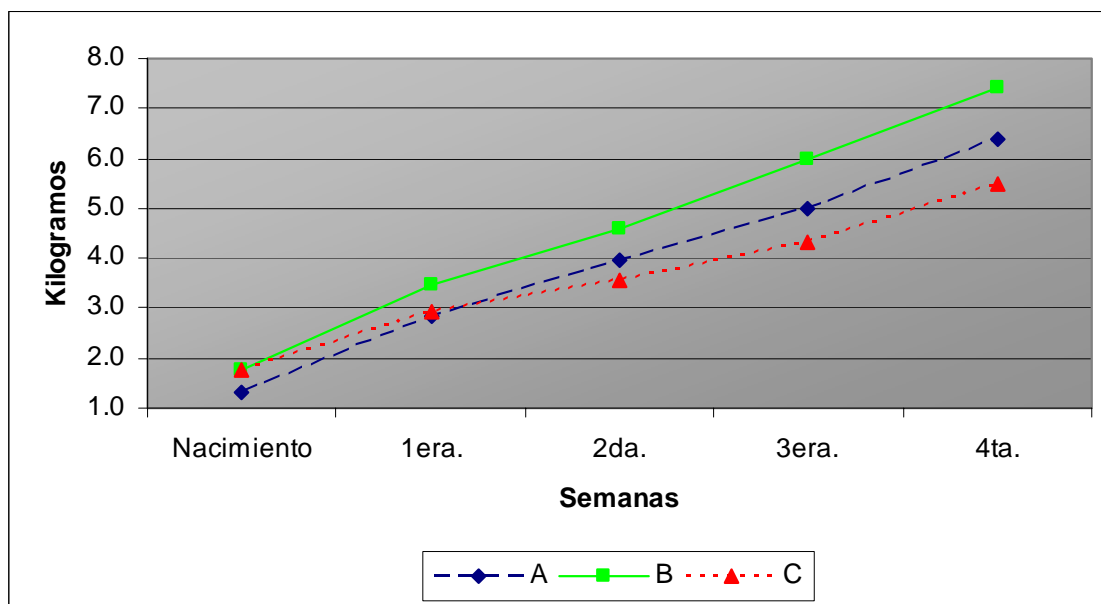
X. BIBLIOGRAFÍA

1. **Álvarez Cajas, V; González, R. 1998?** Mini curso de análisis de experimentos. Diseño completamente al azar. Centro de estadística y calculo. GT. USAC/FAUSAC. p. 9- 11.
2. **Bocco, O; Bavera, G; Beaguet, H; Petryna, A. 2002.** Promotores de crecimiento y modificadores del metabolismo (en línea). Consultado 6 mayo 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informaciontecnica/invernada_promotores_crecimiento/19-romotores_del_crecimiento.htm
3. **Carro, MD; Ranilla, MJ. 2002.** Los aditivos antibióticos promotores del crecimiento de los animales: situación actual y posibles alternativas (en línea). Consultado 3 mayo 2007. Disponible en http://www.produccionbovina.com/informaciontecnica/invernada_promotores_crecimiento/01-aditivos_antibioticos_promotores.htm
4. **Chiquieri, JM. 2006.** Probiótico y Prebiótico en la alimentación de cerdos en crecimiento y terminación (en línea). Consultado 20 jul. 2007. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2280639>
5. **Cruz S, JR. de la. 1982.** Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento, Instituto Nacional Forestal. p. 42
6. **Curiquén, EM; Gonzáles, V. 2006.** Uso de Manano oligosacáridos como una alternativa a los antibióticos (en línea). Consultado jul. 2007. Disponible en http://agronomia.uchile.cl/extension/circular_extensio_panimal/CIRCULAR%20DE%20EXTENSION/N_32/capitulo_5.pdf
7. **CYMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, MX.). 1988.** La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. p. 13 – 38.
8. **Daniel, W. 1999.** Multiple comparisons in a non parametric case (en línea). Consultado 24 jul. 2007. Disponible en <http://tolstoy.newcastle.edu.au/R/help/04/09/3432.html>
9. **Danielsen, V. 2005.** Nutrición y alimentación de lechones en condiciones de manejo del norte de Europa (en línea). Consultado 5 mayo 2007. Disponible en <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/98CAPXII.pdf>
10. **Fernández, S; Camino, T. 2004.** Alternativas a los antibióticos como promotores de crecimiento (en línea). Consultado 5 mayo 2007. Disponible en <http://www.tegasa.com/Notas%20Prensa/Acidos%20organicos%20en%20primeras%20edades.htm>

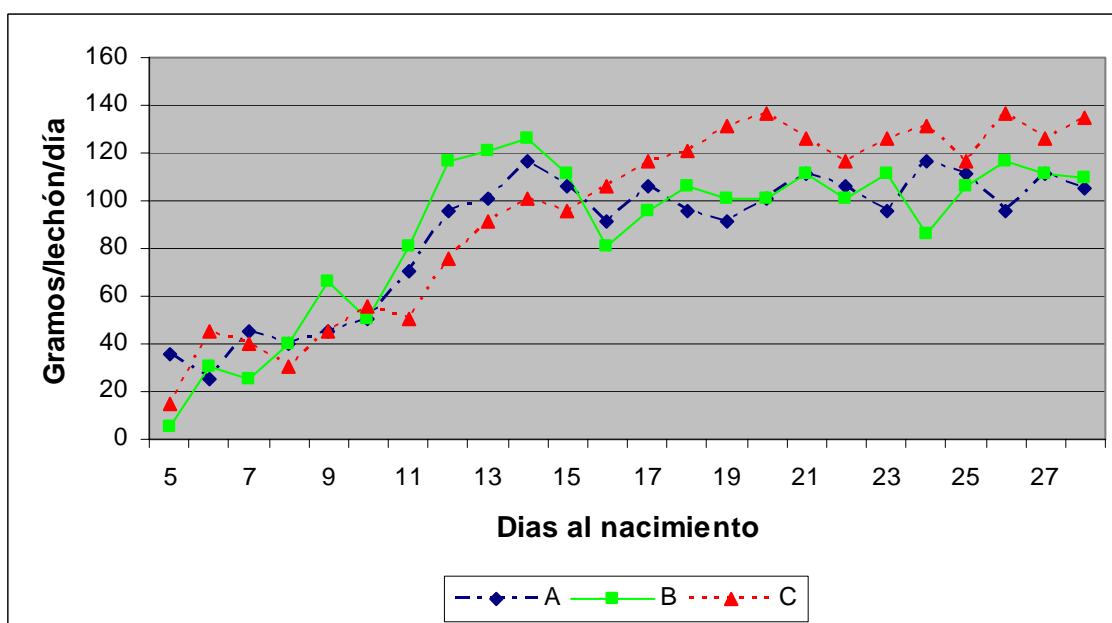
11. **Gracia, JC; González, JC; McCartney, E; Knox, A; McNab, J.** 2004. Suplementación enzimática en dietas para lechones (en línea). Consultado 20 jul. 2007. Disponible en http://www.myaenzimas.com/articulos/suplementacion_2004.pdf
12. **Medel, P; Latorre, MA; Mateos, GG.** 2000. Nutrición y alimentación de lechones destetados precozmente: XV Curso de especialización, avances en nutrición y alimentación animal (en línea). Consultado 20 jul. 2007. Disponible en <http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/99CAP7.pdf>
13. **Nutrición e inmunidad, una aproximación bibliografica actualizada.** 2006. Guatemala, GT, FMVZ/USAC. 46 p. (Folleto, promoción 2004 – 2006. Escuela de post grado. Maestría en producción avícola. Seminario de graduación).
14. **Quiles, A; Hevia, ML.** 2005. Fisiología del sistema enzimático del lechón (en línea). Consultado 5 mayo 2007. Disponible en <http://www.edicionestecnicasreunidas.com/produccion/fisabr5.htm>
15. **Ribot, BA.** 1994. Biotecnología en la alimentación animal (en línea). Consultado 3 mayo 2007. Disponible en <http://www.racve.es/actividades/zootecnia/1994-12-14AlfonsoRibotBelda.htm>
16. **Silván, GG.** 2006. Promotores del crecimiento acciones sobre el eje Hipotálamo-Hipófisis-Adrenal-Gónada (en línea). Consultado 4 mayo 2007. Disponible en <http://www.racve.es/actividades/promotores %20 crecimiento %20SWilvan%20Granado.htm>

XI. ANEXO

Curva de ganancia de pesos durante el experimento



Curva de consumo de alimento de los tres tratamientos



Donde:

Tratamiento A = 1.5 Kg. del promotor / Ton. de alimento

Tratamiento B = 1 Kg. del promotor / Ton. de alimento

Tratamiento C = 0 Kg. del promotor / Ton. de alimento

Br. Carlos Raúl Valdez Cancinos

Lic. Zoot. Álvaro Enrique Díaz Navas
Asesor Principal

Lic. Zoot. Hugo Sebastián Peñate Moguer
Asesor

Dr. M.V. Hugo René Pérez Noriega
Asesor

IMPRIMASE:

Lic. Zoot. Marco Vinicio de la Rosa M.
Decano